



PERANCANGAN SISTEM PEREDAM GETARAN PADA TRAKTOR TANGANDAYA 8.5 HP DENGAN ALAT BANTU NASTRAN V 4.5

Djoeli Satrijo¹⁾, Toni Prahasto¹⁾, Puji Santoso²⁾

Abstract

Indonesia is an agricultural country, most of its peoples live as farmer. So, modern agriculture equipments are very needed to improve the agricultural produce productivity.

One of appliance of processing of agriculture farm is tractor. Special for the processing of ground land for the cultivation of rice is generally used the hand tractor.

An important factor which must be paid attention to in equipments scheme operated by human being is ergonomic factor.

Job equipments yielding vibration in its operation can cause uncomfortable for its operator and within old ones are potential to evoke health trouble.

By means of assist the Nastran V 4.5 simulation, designer can show the vibration response that happened at tractor by various operation conditions. From here analyzable to later, then the vibration that happened can be compared to a standard. Here use the standard ISO 2631.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara agraris, yang sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai petani. Dari kondisi seperti itu, peralatan pertanian modern tentunya sangat diperlukan untuk meningkatkan produktivitas hasil pertanian.

Salah satu alat pengolahan lahan pertanian adalah traktor. Khusus untuk pengolahan tanah untuk penanaman padi umumnya dipakai traktor tangan.

Desain traktor tangan yang ada lebih dititikberatkan pada fungsinya, yaitu bisa melakukan pengolahan tanah dengan kecepatan tertentu. Suatu hal yang mestinya diperhatikan dalam perancangan peralatan yang dioperasikan oleh manusia adalah faktor ergonomi.

Traktor tangan yang bekerja di sawah ini menimbulkan getaran yang cukup besar yang masuk ke tangan operator. Getaran ini disebabkan antara lain oleh mesin penggerak dan roda yang berjalan di atas tanah yang tidak rata dan tanpa dilengkapi dengan suspensi.

Desain yang lebih baik dengan memperhatikan faktor ergonomi atau tingkat kenyamanan operator pada saat pengoperasian di sisi petani akan memberikan produktivitas yang lebih tinggi, karena daya tahan pengoperasian lebih lama dan turut menjaga kesehatan. Dari sisi produsen, rancangan yang lebih baik merupakan nilai tambah bagi produknya sehingga bisa lebih kompetitif.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang timbul kemudian adalah bagaimana caranya menghitung tingkat getaran yang terjadi.

Solusi untuk hal tersebut dilakukan dengan simulasi menggunakan alat bantu program NASTRAN V 4.5. Masukan data yang diperlukan oleh Nastran untuk melakukan simulasi adalah model traktor dengan geometri yang bisa mewakili bentuk dan ukuran sesungguhnya dan input gaya yang terjadi.

Simulasi yang dilakukan dibatasi untuk traktor yang sedang bekerja di sawah saja.

Sifat gaya eksitasi dari mesin berupa getaran sinusoidal, sedangkan eksitasi dari jalan berupa getaran gelombang acak. Kedua jenis getaran itu harus dianalisa sendiri-sendiri baru kemudian respon yang timbul bisa digabungkan.

Di sini sebagai pembanding level getaran yang diijinkan akan digunakan standar ISO 2631, untuk getaran arah vertikal dan arah lateral.

2. DASAR TEORI

2.1. Pengaruh Getaran Terhadap Manusia Untuk Getaran Pada Tangan

Pada umumnya literatur yang membahas mengenai topik getaran mengacu pada getaran yang bekerja pada seluruh tubuh. Seperti yang dialami oleh sopir kendaraan ketika mengendarai mobil di jalan yang tidak rata. Fokus kita di sini adalah pada getaran yang bekerja pada tangan seperti getaran yang ditimbulkan oleh gergaji mesin, alat pengebor pneumatik, perkakas gerinda dan palu pemotong.

Pada awal tahun 1900-an, mulai ada laporan mengenai hubungan getaran perkakas kerja dengan kekejangan vaskuler di tangan (Taylor, 1974). Sejak itu banyak penelitian yang dilakukan dan muncullah istilah *Vibration-induced White Finger* (VWF) atau sindrom getaran.

VWF adalah gejala gangguan kesehatan yang kompleks yang masih sulit dipahami dari sisi ilmu patologi, tetapi ini berpotensi menyebabkan kerusakan pada otot dan pembuluh darah di tangan

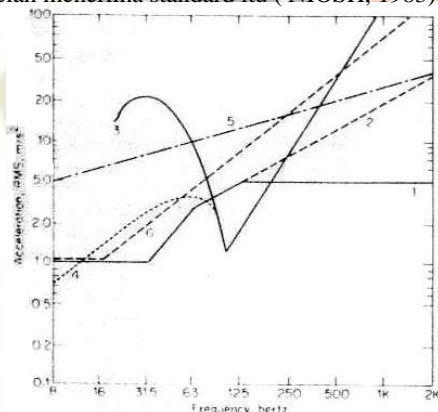
¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin FT-UNDIP

²⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FT-UNDIP

Gejala yang utama dari VWF adalah berkurangnya aliran darah pada jari dan tangan. Ini disebabkan oleh otot yang berada pada pembuluh darah mengkerut sehingga aliran darah terhambat. Para pekerja yang mengalami VWF ini jari tangannya akan memucat (memutih).

Sejumlah proposal merekomendasikan batas aman getaran yang bisa ditransmisikan ke tangan. Gambar 2.1 menunjukkan 6 usulan batas getaran maksimum untuk kegiatan sehari-hari yang terus menerus. Yang jelas, variasi di antaranya harus diperhatikan. Dasar dari usulan-usulan itu hampir seluruhnya dinilai dari hubungan getaran nyata yang mungkin timbul dengan perasaan tidak nyaman yang terjadi dan lain-lain.

International Standards Organization telah mengembangkan suatu draft standard untuk getaran yang masuk ke tangan (ISO/DIS 5349-1982). Sayangnya, rekomendasi ini hanya terbatas pada data medik dan epidemiologi dan sebagai tambahan, ketelitian pengukuran getaran juga masih menjadi masalah. Oleh karena itu kita perlu rekomendasi standard yang mengandung petunjuk sementara tentang ukuran-ukuran resiko. AS dan beberapa negara-negara lain telah menerima standard itu (NIOSH, 1983)



Gambar 2.1 :

Maximum vibration levels for continuous daily exposure: (1) Czechoslovakian Hygiene Regulation No. 33; (2) Teisinger and Louda, Czechoslovakia 1966; (3) USSR Hygiene Regulation 1955; (4) USSR Gataninas Proposal after 1955; (5) USSR Hygiene Regulation 1966; (6) Draft British Standard 1975 400 min'd. (Source: Hempslock & O'Connor, 1977, fig. 1.)

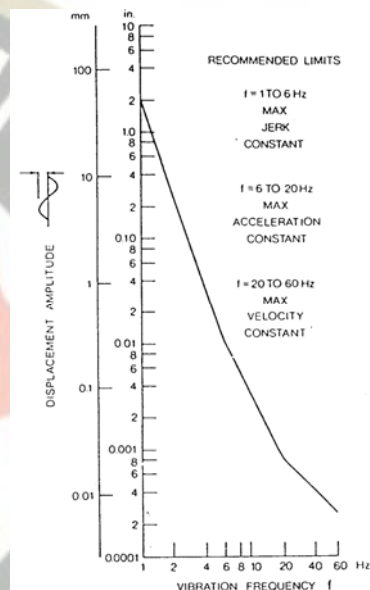
2.2. Pengaruh Getaran Terhadap Manusia Untuk Getaran Pada Seluruh Tubuh

Secara umum batas kenyamanan sulit ditentukan, hal ini dikarenakan kenyamanan merupakan faktor subyektif. Namun beberapa riset telah dikembangkan untuk mendefinisikan suatu batas kenyamanan.

Diantara riset-riset tersebut, salah satunya menghasilkan suatu kriteria kenyamanan yang diberi nama kriteria *Kenyamanan Janeway*. Kriteria Kenyamanan Janeway terdiri dari tiga batas yang sederhana, setiap batas tersebut mencakup suatu bentang frekuensi tertentu, seperti terlihat pada Gambar

2.2. Pada bentang frekuensi 1-6 Hz, dimana merupakan puncak dari jerk (sentakan), untuk sesaat, pada 1 Hz batas yang dianjurkan untuk amplitudo adalah 2 in. Dapat dilihat bahwa untuk menjaga kenyamanan, peningkatan frekuensi akan membuat amplitudo yang diijinkan akan turun.

Suatu pedoman yang lebih umum dan secara luas digunakan untuk menjelaskan *whole body vibration* diberikan oleh ISO (International Standard Organization) 2631. Pedoman ini direkomendasikan untuk mengevaluasi pengaruh getaran dalam kendaraan maupun industri.



Gambar 2.2 : Kriteria Kenyamanan Janeway

Kriteria Kenyamanan Janeway ini menjelaskan tiga batas yang berbeda untuk *whole body vibration* dalam daerah frekuensi 1 sampai dengan 80 Hz. Batasnya adalah :

1. Batas *eksposure* yang berkaitan dengan preservasi keselamatan atau kesehatan yang tidak boleh dilebihi tanpa ketentuan khusus.
2. Batas kelelahan (*fatigue/decreased proficiency boundaries*) yang berkaitan dengan preservasi efisiensi kerja, dan diterapkan pada kegiatan seperti mengemudi kendaraan.
3. Batas kenyamanan yang direduksi (*reduced comfort boundaries*) yang berhubungan dengan kenyamanan, dan dalam kendaraan transportasi hal ini berkaitan dengan kegiatan membaca, menulis dan makan dalam kendaraan.

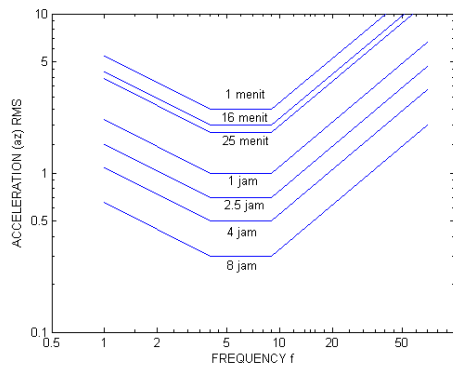
Gambar 2.3 menunjukkan batas kelelahan (*fatigue/decreased proficiency boundaries*) untuk getaran vertikal dalam waktu *eksposure* yang berkisar dari 1 menit sampai 8 jam. Batasnya dijelaskan dengan menggunakan nilai percepatan rms sebagai fungsi frekuensi untuk waktu *eksposure* yang dispesifikasikan. Gambar 2.4 menunjukkan *fatigue / decreased proficiency boundaries* untuk getaran arah

longitudinal maupun lateral. Dari gambar 2.3 dan 2.4 dapat dicatat sebagai berikut :

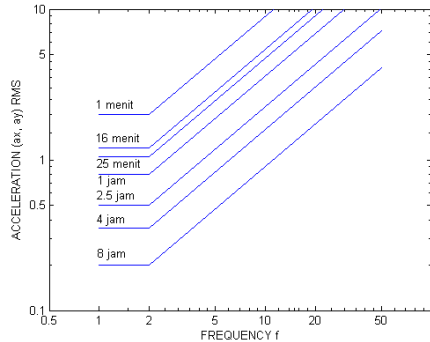
1. Ketika waktu exposure naik, nilai percepatan rms untuk tingkat kenyamanan yang diberikan akan turun.
2. Sensitivitas terhadap getaran turun dengan naiknya frekuensi untuk nilai frekuensi yang lebih besar dari 8 Hz.

Tingkat getaran yang bisa diterima pada suatu struktur atau mesin ditentukan oleh:

1. Kemampuan operator mesin untuk menerima getaran tersebut.
2. Kemampuan dari mesin, peralatan, dan struktur untuk menerima getaran tanpa mengalami kegagalan atau kerusakan.



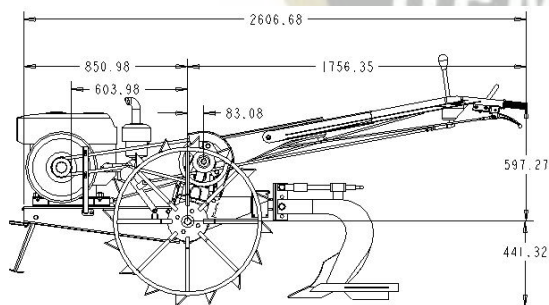
Gambar 2.3 : Standar Getaran Arah Vertikal ISO 2631



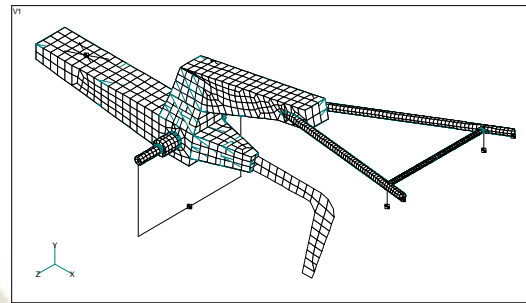
Gambar 2.4 : Standar Getaran Arah Lateral ISO 2631

3. ANALISA

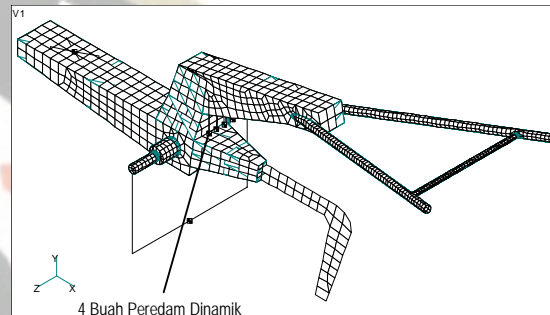
3.1. Pemodelan



Gambar 3.1 : Traktor Tangan Botani



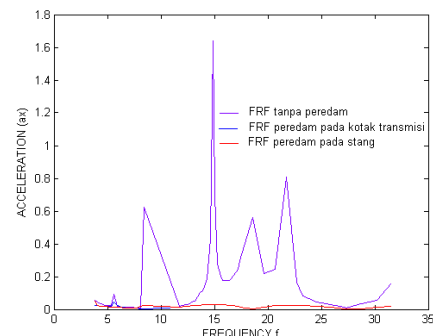
Gambar 3.2 : Model Traktor Dengan Peredam Getaran 2 Buah Dipasang di Stang



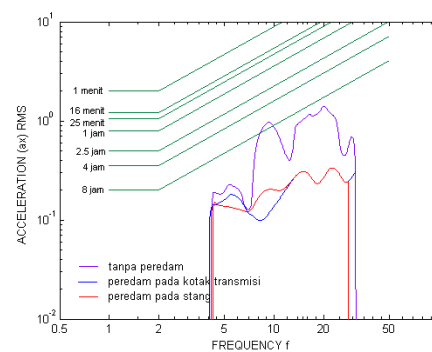
Gambar 3.3 : Model Dengan 4 Buah Peredam Dinamik di Kotak Transmisi

3.2. Hasil Analisa

Dari Analisa didapatkan hasil sebagai berikut:



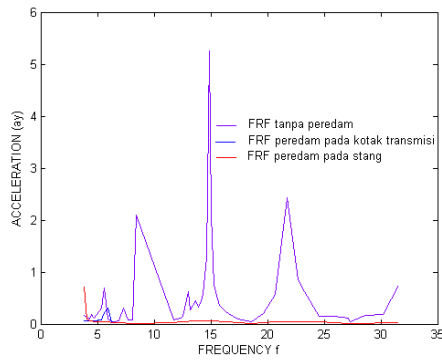
(a)



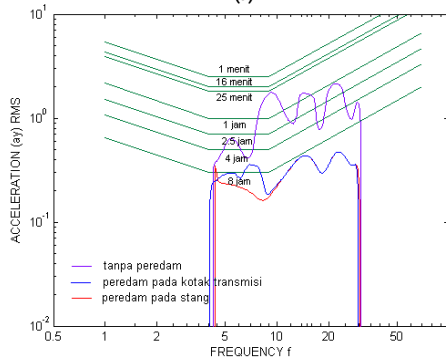
(b)

Gambar 3.4 :

- (a) grafik FRF untuk getaran arah x
- (b) perbandingan dengan ISO 2631 untuk getaran arah x



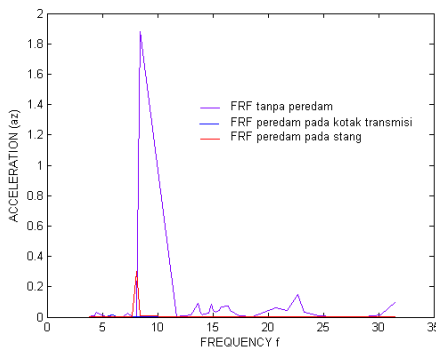
(a)



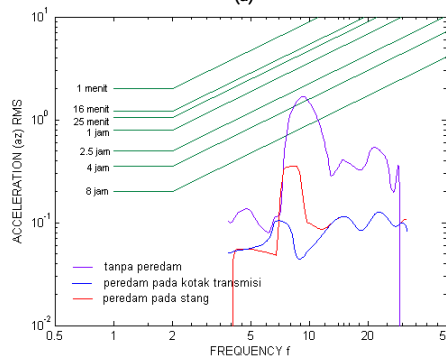
(b)

Gambar 3.5 :

- (a) Grafik FRF Untuk Getaran Arah y
(b) Perbandingan Dengan ISO 2631 Untuk Getaran Arah y



(a)



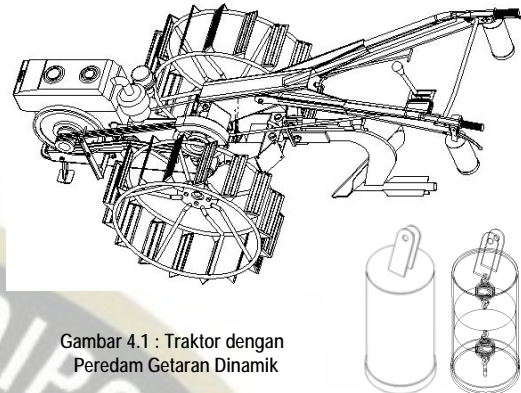
(b)

Gambar 3.5 :

- (a) grafik FRF untuk getaran arah z
(b) perbandingan dengan ISO 2631 untuk getaran arah z

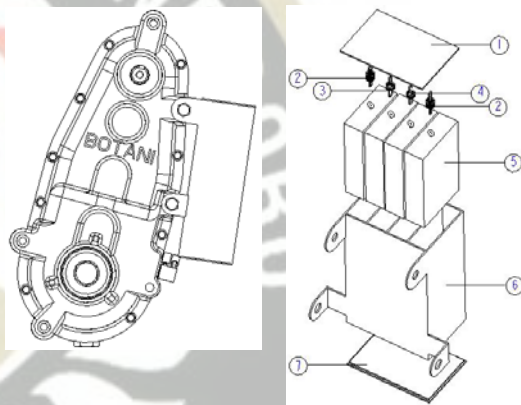
4. PERANCANGAN PEREDAM GETARAN DINAMIK

4.1. Peredam Dinamik pada Stang



Gambar 4.1 : Traktor dengan Peredam Getaran Dinamik

4.2. Peredam Dinamik pada Kotak Transmisi



Gambar 4.2 : Hasil Rancangan Akhir Peredam Getaran Dinamik

Keterangan:

1. Penutup Atas
2. Pegas 5,7 N/mm
3. Pegas 4,09 N/mm
4. Pegas 2,56 N/mm
5. Massa Peredam
6. Kotak Peredam
7. Penutup Bawah

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan perancangan sistem peredam getaran pada traktor tangan daya 8.5 HP didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada traktor tangan bekerja 2 buah gaya pengeksitasi yaitu dari mesin berupa getaran sinusoidal dan dari jalan berupa getaran acak yang bisa didefinisikan dalam PSD (Power Spectral Density) jalan.
2. Analisa respon getaran dari kedua gaya pengeksitasi tersebut harus dilakukan sendiri-sendiri karena masing-masing memiliki sifat yang berbeda
3. Hasil analisa dengan alat bantu program Nastran V 4.5 berupa FRF (Frequency Respon Function) bisa dibandingkan dengan standar ISO 2631 setelah diubah ke RMS (Root Mean Square).

4. Dari hasil pemodelan dan analisa untuk traktor tangan dengan spesifikasi seperti yang tercantum pada Bab III, didapatkan bahwa tingkat getaran yang masuk ke tangan operator untuk arah vertikal berkisar pada tingkat kenyamanan operasi dari 25 menit, 1 jam, 2.5 jam dan 4 jam kerja pada bentang frekuensi tertentu dan untuk getaran arah lateral berkisar pada 2.5 jam kerja.
5. Dari hasil seperti poin 4 diperlukan sistem peredaman getaran. Alat peredam getaran ini berbeda untuk getaran akibat eksitasi dari mesin dan eksitasi dari PSD jalan. Untuk getaran dari mesin disimpulkan bahwa diperlukan redaman minimal sebesar 0.2 dan untuk getaran akibat PSD diperlukan peredam getaran dinamik.
6. Perancangan sistem peredam getaran dinamik sangat dipengaruhi oleh posisi penempatannya pada sistem utama yang akan diredam. Semakin dekat peredam dengan bagian yang diinginkan tanpa getaran, semakin efektif kerja peredam dinamik.
7. Dari hasil rancangan didapatkan 2 rancangan yaitu yang pertama untuk peredam getaran yang dipasang pada kotak transmisi dan yang satunya untuk peredam yang dipasang pada stang traktor. Dengan simulasi pada Nastran V 4.5 dapat disimpulkan bahwa peredam getaran yang dipasang pada stang bekerja lebih efektif daripada yang dipasang di kotak transmisi.

5.2. Saran

1. Pada proses analisa sifat struktur dengan bantuan komputer dalam hal ini penggunaan Nastran V 4.5 untuk analisa sifat struktur dan transmisibilitas getaran dari traktor tangan, tingkat ketelitian dari pemodelan sangat berpengaruh terhadap hasil analisa yang didapatkan. Untuk itu disarankan pada pembuatan model untuk analisa seperti ini ketelitian model dalam hal geometri, dimensi dan besarnya gaya-gaya reaksi harus diperhatikan dengan baik.
2. Untuk menghemat memori komputer, pembagian nodal pada saat meshing untuk bagian-bagian yang tidak memerlukan ketelitian tinggi diberikan secukupnya saja.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar, wiranto, Tsuda, L. Koichi, "Motor Diesel Putaran Tinggi", PT Pradnya Pramitra, Jakarta, 2002.
2. Blakekly, Ken, "MSC/Nastran Basic Dynamic Analysis User's Guide", version 68, The MacNeal-Schwendler Corporation.
3. Dimaragonas, Andrew D., Sam Hadad, "Vibration for Engineers", Prentice Hall, New York, 1992.
4. Sanders, Mark S, Ernest J., Mc Cormick, "Human Factors in Engineering and Design", 6th Ed., Mc Graw Hill, Singapore, 1987.
5. Spotts, M., F., "Design of Machine Element", 6th ed., Prentice Hall, 1994.
6. Wong, J., Y., "Theory of Ground Vehicle", John Wiley & Sons, New York, 1978

